

**HUBUNGAN LAMA WAKTU BEKERJA PEDAGANG KAKI LIMA
DENGAN FREKUENSI PEMBENTUKAN MIKRONUKLEUS
MUKOSA MULUT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Dan Melengkapi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Dalam Ilmu Biologi

Oleh :

Tina Ulandari

NPM. 1511060352

Jurusan Pendidikan Biologi



**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1441 H/2019 M**

**HUBUNGAN LAMA WAKTU BEKERJA PEDAGANG KAKI LIMA
DENGAN FREKUENSI PEMBENTUKAN MIKRONUKLEUS
MUKOSA MULUT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi dan melengkapi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Dalam Ilmu Biologi

Oleh :

TINA ULANDARI

NPM. 1511060352

Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing 1 : Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si

Pembimbing II : Marlina Kamelia, M.Sc

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1441 H/2019 M**

ABSTRAK

Emisi gas buang kendaraan bermotor merupakan sumber utama dalam pencemaran udara selain emisi pabrik dan asap rokok. Emisi tersebut mengandung senyawa berbahaya dan bersifat genotoksik seperti HC, CO, NO_x, SO₂, PAH, dan Pb. Senyawa genotoksik merupakan senyawa berbahaya karena dapat menyebabkan kelainan DNA seperti mikronukleus. Mikronukleus adalah suatu massa mirip nukleus dengan ukuran 1/3 lebih kecil dari nukleus dan merupakan *marker* bagi penyakit kanker. Oleh sebab itu, dilakukannya sebuah studi yang bertujuan untuk mengetahui pembentukan mikronukleus pada Pedagang Kaki Lima (PKL) di pasar bawah Ramayana Bandar Lampung. Penelitian tersebut menggunakan metode *survey analitik* dan pendekatan *cross sectional* dengan pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Responden yang berpartisipasi dalam penelitian ini berjumlah 44 orang, dengan kategori lama bekerja yaitu <1 tahun sebanyak 12 sampel ; 1 – 3 tahun sebanyak 22 sampel dan >3 tahun sebanyak 10 sampel. Selain lama bekerja, jenis kelamin dan umur juga menjadi acuan peneliti untuk mengetahui frekuensi pembentukan mikronukleus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PKL yang bekerja >3 tahun memiliki rerata mikronukleus sebesar 53,20 lebih tinggi dibanding lama bekerja PKL <1 tahun yaitu sebesar 15,42. Uji korelasi pearson menyatakan bahwa antara lama bekerja dengan frekuensi pembentukan mikronukleus berkorelasi positif, hasil nilai korelasi yaitu 0,804 dengan nilai sign 0,00 ($P < 0,05$). Hal ini selaras dengan nilai emisi gas buang kendaraan bermotor di pasar bawah ramayana yang berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) termasuk kedalam kategori “ sedang” dengan nilai emisi HC sebesar 50,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; NO_x sebesar 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; SO₂ 59,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan CO sebesar 57,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan nilai timbal (pb) diudara bebas perlu diwaspadai karena termasuk tinggi yaitu sebesar 0,4 mg/m^3 . Berdasarkan Nilai ambang batas (NAB) timbal diudara menurut peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi Republik Indonesia PER 13/MEN/X/2011 tentang NAB faktor fisika dan faktor kimia ditempat kerja hanya sebesar 0,1 mg/m^3 .

Kata Kunci: Emisi gas buang, substansi genotoksik, mikronukleus, Pedagang Kaki Lima (PKL).



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Hubungan Lama Waktu Bekerja Pedagang Kaki Lima Dengan Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut

Nama : Tina Ulandari

NPM : 1511060352

Jurusan : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

**Untuk dimunaqosahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

Pembimbing I

Dr Rina Budi Satiyarti, M. Si

NIP. 19830107 2005012005

Pembimbing II

Marlina Kamelia, M. Sc

NIP. 19810314 2015 03 2 001

**Ketua Jurusan
Pendidikan Biologi**

Dr. Eko Kuswanto, M. Si

NIP. 1750514 2008 01 1 009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **HUBUNGAN LAMA WAKTU BEKERJA PEDAGANG KAKI LIMA DENGAN FREKUENSI PEMBENTUKAN MIKRONUKLEUS MUKOSA MULUT**. Disusun oleh: Tina Ulandari, NPM : 1511060352, Jurusan: Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah pada hari/tanggal: Jumat/29 November 2019.

TIM DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. H. Agus Jatmiko, M.Pd

Sekretaris : Nur Hidayah, M.Pd

Penguji Utama : Yessy Velina, M.Si

Penguji Pendamping I : Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si

Penguji Pendamping II : Marlina Kamelia, M.Sc

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 19640828 1988 03 2 002

MOTTO

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (QS. Al-A’raf, 7 : 56)¹

¹ CV Penerbit Diponegoro, *Al-Quran Tajwid Dan Terjemahan* (Jawa Barat: Departemen Agama RI, 2010)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabbi'lalamin, segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan banyak nikmat dan kesempatan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan penuh semangat, doa dan kesabaran. Karya sederhana nan jauh dari kata sempurna ini penulis persembahkan kepada :

1. Orang tuaku tersayang Bpk. Sa'ari, Ibu Siti Khodijah, (Alm) Bpk. Sunardi dan Ibu Miswati, yang telah membesarkan tanpa mengeluh sedikitpun. Terimakasih telah mendidik dan mengajarkan budi pekerti baik, yang tiada henti dan lelah selalu mendoakan, membimbing dan memberikan dukungan demi keberhasilanku. Semoga Allah hadiahkan surga untuk setiap tetesan keringatmu. *Aamiin ya rabbal'alamin*.
2. Saudara/i kandungku (Alm) mas Darmawan, mbak Sundari dan si bungsu Herlina Susi Susanti serta adik sepersusuanku Luky Yanto. Terimakasih telah hadir dan mau berbagi kasih sayang di dunia ini, berkat kalian jugalah rasa semangat dan pantang menyerah ini tumbuh.
3. Almamaterku tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Tina Ulandari, yang dilahirkan pada tanggal 15 September 1997 di Talang Kemang, Kecamatan BPR Ranau Tengah, Kabupaten OKU Selatan, Sumatera Selatan. Putri ketiga dari empat saudara, lahir dari pasangan Bapak Sa'ari dan Ibu Siti Khodijah.

Penulis memulai pendidikan pada tahun 2003 di SD Negeri 1 Talang Kemang, pada tahun 2007 penulis melakukan pindah sekolah ke SD Negeri 2 Simpang Sender sampai dengan selesai. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 BPR Ranau Tengah pada tahun 2009 hingga 2012. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Martapura. Selama di SMA penulis bergabung dengan organisasi SMANDARA Voice dan Palang Merah Remaja (PMR) bahkan pernah mengikuti lomba PMR tingkat Wira seSumatera Selatan.

Tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan di UIN Raden Intan Lampung, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Program Studi Pendidikan Biologi. Selama kuliah penulis pernah aktif di organisasi Koperasi Mahasiswa (UKM KOPMA), Himpunan Mahasiswa pendidikan Biologi (HIMAPIBIO) dan menjadi Asisten Praktikum (ASPRAK) pada mata kuliah taksonomi invertebrata, struktur hewan, struktur tumbuhan, embriologi, dan fisiologi hewan. Tahun 2018 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Lematang, Kecamatan Tanjung Bintang, Lampung Selatan dan Praktek Pengalaman Lapangan di SMA Negeri 5 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas kelimpahan berkah dan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Hubungan Lama Bekerja Dengan Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut”. Sholawat beserta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga nabi dan para sahabatnya yang selalu menjadi panutan dalam menjalani kehidupan ini.

Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi pembelajaran bagi penulis dan pembaca lainnya. Selama menyelesaikan penulisan skripsi, penulis tidak jauh dari arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Prof. Dr. H. Moh. Mukri, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung;
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M. Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung beserta stafnya yang telah memberikan kemudahan kepada penulis dalam proses penyelesaiannya;
3. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M. Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan;

4. Bapak Fredi Ganda Putra, M. Pd., selaku Sekertaris Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan;
5. Ibu Dr. Rina Budi Satiyarti, M. Si., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi masukan serta motivasi sampai skripsi ini terselesaikan;
6. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dengan segala bentuk perhatian, kesabaran dan motivasinya. Berkat semangat positif tersebutlah penulis mampu menyelesaikan skripsi ini;
7. Ibu Dwijowati Asih Saputri, M. Si., Ibu Nurhaida Widiani, M. Biotech., dan Ibu Dian Berliana, M. Sc., yang telah banyak memberikan ilmu bermanfaat sehingga penulis sangat termotivasi dengan beliau;
8. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah banyak mengajar dan memberikan ilmu pengetahuan sehingga penulis telah sampai pada tahap ini;
9. Mba Oktafiana, S.Pd., selaku laboran Laboratorium Pendidikan Biologi yang telah banyak membantu penulis dalam proses pelaksanaan penelitian;
10. Muhammad Aditya Al Muchayat Syah, S. Ked., yang dengan sabar selalu memberikan bimbingan, arahan dan motivasi selama proses penulisan skripsi;
11. Pedagang Kaki Lima di pasar bawah Ramayana Bandar Lampung, yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk berpartisipasi dalam penelitian;

12. Sel Sinergidku Reren Selawati, S. Pd, Suci Ristawati, S. Pd, Rita Sahara, S. Pd, Selly Anggraini Putri dan Ria Tara Puspita, yang selalu menemani dan mau bertahan dengan segala ego yang penulis miliki. Terimakasih telah hadir sebagai rezeki yang tak ternilai harganya dihidup ini. Semoga persahabatan ini tetap terjalin hingga tua nanti;
13. Gen F 2015 yang banyak membantu, menyemangati dan memotivasi. Terimakasih untuk suka dan duka yang telah kita lewati, berkat kalian hidup ini jadi lebih indah.
14. Adik tingkat yang selalu memberi support Wanda Agus Prasetya, Filya Untari Zamasi, Nanda Selvia dan Safitri;
15. Seluruh teman-teman Asisten Praktikum Pendidikan Biologi, terimakasih untuk ilmu dan pengalamannya;
16. Partner kerjaku sayang Mba Vina Astria, Ratih Mega Sari, dan Fatma Nisa Soleha, terimakasih telah hadir sebagai pengalaman dan ilmu baru yang berkesan dan membawa sejuta tawa ketika lelah ini menghampiri;
17. Teman-teman PPL “Setengah Lusin Pas” (Vimpi, Ardy, Teh Sri, Rangga Hafiz, dan Gusmik Abdul Aziz) serta sahabat KKN tersantuyku (Amelia Novita dan Yulita Andini) yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan skripsi ini;
18. Saudara sepersepuhan, mba Fitriyani, S.Pd, Mas Yudiono, S.T dan mas Tito Ariyanto. Terimakasih sudah memberi semangat dan mendoakan untuk keberhasilanku.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu terimakasih telah banyak membantu sehingga penulis telah menyelesaikan jenjang strata I ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Bandar Lampung, November 2019

Tina Ulandari
NPM.1511060352

DAFTAR ISI

| | halaman |
|---------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| ABSTRAK | iii |
| PERSETUJUAN..... | iv |
| PENGESAHAN | v |
| MOTTO | vi |
| PERSEMBAHAN..... | vii |
| RIWAYAT HIDUP | viii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvi |
| DAFTAR TABEL | xvii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|--------------------------------|----|
| A. Penegasan Judul | 1 |
| B. Alasan Memilih Judul | 2 |
| C. Latar Belakang Masalah..... | 3 |
| D. Identifikasi Masalah | 9 |
| E. Batasan Masalah..... | 10 |
| F. Rumusan Masalah | 10 |
| G. Tujuan Penelitian | 10 |
| H. Manfaat Penelitian | 11 |

BAB II LANDASAN TEORI

| | |
|---|----|
| A. Kajian Teori | 12 |
| 1. Udara | 12 |
| 2. Pencemran Udara | 13 |
| 3. Jenis-jenis Pencemaran Udara..... | 16 |
| 4. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor | 17 |

| | |
|--|----|
| 5. Zat Pencemar Dan Dampaknya Bagi Kesehatan | 19 |
| 6. Mikronukleus | 25 |
| a. Definisi..... | 25 |
| b. Pembentukan Mikronukleus..... | 26 |
| B. Tinjauan Pustaka | 30 |
| C. Kerangka Berpikir..... | 31 |
| D. Hipotesis Penelitian..... | 33 |
| E. Hipotesis Statistika..... | 33 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|--|----|
| A. Waktu dan Tempat Penelitian | 34 |
| B. Pendekatan dan Jenis Penelitian..... | 34 |
| C. Alat dan Bahan..... | 35 |
| D. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel | 36 |
| E. Prosedur Penelitian..... | 38 |
| 1. Membuat Suat Kelayakan Etik | 38 |
| 2. Pengisian <i>Informed Consent</i> | 39 |
| 3. Menghitung Jumlah Kendaraan | 39 |
| 4. Pengambilan Spesimen | 39 |
| 5. Pengecatan Preparat | 40 |
| 6. Interpretasi dan Perhitungan Sel | 40 |
| F. Metode Pengumpulan Data | 41 |
| G. Analisis Data | 41 |
| H. Alur Penelitian | 42 |

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| A. Gambaran Lokasi Penelitian | 43 |
| B. Frekuensi Pembentukan Mikronukleus..... | 44 |
| C. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor | 52 |
| D. Hubungan Substansi Genotoksik Dengan Mikronukleus | 56 |
| E. Hasil Penelitian Sebagai Bahan Ajar | 63 |

BAB V PENUTUP

| | |
|---------------------|----|
| A. Kesimpulan | 65 |
| B. Saran..... | 65 |

DAFAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|----------------|
| Gambar 2.1 Mikronukleus | 26 |
| Gambar 2.2 Migrasi Mikronukleus | 30 |
| Gambar 4.1 Grafik Rerata Jumlah Mikronukleus Berdasarkan Lama Bekerja | 46 |
| Gambar 4.2 Grafik Rerata Mikronukleus Berdasarkan Umur | 48 |
| Gambar 4.3 Grafik Rerata Jumlah Mikronukleus Berdasarkan Jenis Kelamin | 50 |
| Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Rerata Mikronukleus Berdasarkan Faktor Jenis Kelamin Dan Umur | 52 |
| Gambar 4.5 Sel Epitel Dengan Mikronukleus | 57 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 2.1 Komposisi Udara Kering Dan Bersih | 13 |
| Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien Nasional..... | 14 |
| Tabel 2.3 Rentang Index Standar Pencemaran Udara..... | 16 |
| Tabel 2.4 Pengaruh Kenaikan CO Dalam Darah | 20 |
| Tabel 2.5 Standar Kesehatan Emisi Gas Buang | 24 |
| Tabel 4.1 Hasil Uji Korelasi Pearson Lama Bekerja Dengan Mikronukleus | 46 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Korelasi Pearson Umur Dengan Mikronukleus..... | 49 |
| Tabel 4.3 Hasil Uji Korelasi Pearson Jenis Kelamin Dengan Mikronukleus | 51 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Skripsi ini berjudul **“Hubungan Lama Waktu Bekerja Pedagang Kaki Lima Dengan Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut”**. Agar terhindar dari kesalahpahaman maksud dan tujuan penelitian ini, maka perlu adanya penegasan judul dengan beberapa istilah sebagai berikut :

1. Lama waktu bekerja adalah banyaknya waktu yang digunakan seseorang untuk melakukan suatu pekerjaan.
2. Pedagang Kaki Lima atau disingkat PKL menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah istilah untuk menyebut penjaja dagangan yang melakukan kegiatan komersial di atas jalan yang diperuntukan bagi pejalan kaki. Sedangkan yang dimaksud penulis PKL disini adalah pedagang yang menjajakan dagangannya di area jalan lorong bawah Ramayana Bandar Lampung.
3. Frekuensi pembentukan adalah ukuran jumlah atau banyaknya dari suatu peristiwa yang terjadi.
4. Mikronukleus adalah suatu massa berukuran kecil yang menyerupai nukleus dan berada di dalam sitoplasma. Massa tersebut dapat terbentuk akibat kerusakan DNA yang disebabkan oleh paparan substansi genotoksik.¹

¹Pandega Gama Mahardika, ‘Pengaruh Paparan Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut Pada Mekanik Bengkel Motor’, *Jurnal Media Medika Muda*, 2012.

5. Mukosa mulut adalah jaringan yang melapisi permukaan rongga mulut, yang aktif membelah dan dapat berfungsi sebagai proteksi.

Maksud penegasan di atas terkait judul “Hubungan Lama Waktu Bekerja Pedagang Kaki Lima Dengan Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut” adalah keterkaitan pembentukan mikronukleus di mukosa mulut pedagang kaki lima terhadap faktor lama bekerja pedagang kaki lima.

B. Alasan Memilih Judul

Beberapa alasan yang menjadi pertimbangan penulis sehingga memilih judul tersebut adalah :

1. Alasan Objektif

Kepedulian Pedagang Kaki Lima (PKL) terhadap kesehatan pribadi dan kondisi lingkungan tempat bekerja sangat kurang diperhatikan, sehingga dengan adanya penelitian ini dapat memberikan wawasan dan motivasi terhadap PKL.

2. Alasan Subjektif

Mikronukleus merupakan *marker* dari penyakit kanker yang pembentukannya disebabkan oleh kerusakan DNA. Hal ini sesuai dengan pembelajaran yang terdapat di prodi Pendidikan Biologi. Belum pernah dilakukannya penelitian yang mengkaji mengenai pembentukan mikronukleus di pasar bawah Ramayana serta tersedianya literatur dan sumber-sumber lain yang memuat data mengenai mikronukleus, sehingga memudahkan penulis dalam penyelesaian karya ilmiah ini.

C. Latar Belakang Masalah

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun ketahun selalu mengalami peningkatan yang signifikan, sesuai dengan Data Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri) menunjukkan bahwa kendaraan darat dimulai dari rentang tahun 2014-2016 mengalami peningkatan sebanyak 11,65%, dengan jumlah tertinggi dimiliki oleh kendaraan roda dua (sepeda motor) yaitu 105, 15 juta unit.²

Jumlah kendaraan bermotor yang selalu mengalami peningkatan tersebut dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan seperti pencemaran lingkungan, emisi kendaraan bermotor yang merupakan sumber pencemar lingkungan mengandung beberapa bahan pencemar seperti belerang dioksida (SO_2), karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen dioksida (NO_2) dan timbal (Pb). Sebenarnya terdapat banyak jenis polutan yang harus diwaspadai, tapi WHO (*World Health Organization*) menetapkan beberapa polutan cukup membahayakan manusia, hewan, tumbuhan dan dapat merusak harta benda merupakan partikulat yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor.³

Zat pencemar yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor merupakan bahan pencemar yang berbahaya bagi makhluk hidup terutama manusia, karena bahan tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan

²Badan Pusat Statistik., 'Badan Pusat Statistik', *Badan Pusat Statistik*, 2006, p. 1 <<https://surabayakota.bps.go.id/statictable/2016/01/26/516/banyaknya-industri-besar-sedang-dan-tenaga-kerja-dirinci-menurut-golongan-industri-2005-2014.html>>.

³Ayu Kusuma Dewi, 'Pengaruh Paparan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Asap Rokok Terhadap Pembentukan Mikronukleus Mukosa Rongga Mulut Petugas Parkir', *Jurnal Media Medika Muda*, 2013. h. 1

disebut dengan substansi genotoksik. Adapun yang dimaksud dengan substansi genotoksik adalah substansi berbahaya yang dapat merubah struktur DNA yang kemudian akan bermanifestasi menyebabkan mutasi dan kanker.⁴ Substansi genotoksik dapat berasal dari asap rokok, alkohol, bensin, emisi kendaraan bermotor dan lainnya.⁵ Substansi yang masuk kedalam tubuh manusia lama kelamaan akan mengendap dan membentuk mikronukleus, mikronukleus inilah yang kemudian akan bermanifestasi membentuk penyakit kanker.

Kanker rongga mulut dan tenggorokan merupakan penyakit kanker berbahaya terbesar keenam di dunia, kanker ini dapat disebabkan oleh banyak hal salah satunya adalah kelainan sel.⁶ *Binucleated cell, Karyorrhetic cell, karyolytic cell, nuclear budd, fragmented nucleus, dan micronucleus* merupakan macam-macam dari jenis kelainan sel yang mampu merangsang pembentukan kanker, dari beberapa kelainan itu, mikronukleus merupakan perubahan inti yang sering terjadi dan cukup mudah untuk diamati.

Mikronukleus adalah inti sel kedua yang berasal dari DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid*) yang rusak saat pembelahan mitosis sel terjadi, tepatnya pada saat anafase.⁷ Mikronukleus memiliki ciri-ciri berbentuk bulat atau lonjong, menyerupai nukleus dan hanya memiliki ukuran 1/3 sampai 2/3 lebih kecil dari

⁴ Dewi.

⁵ Mahardika,.

⁶ Anna Maria Sirait, 'Faktor Risiko Tumor/Kanker Rongga Mulut Dan Tenggorokan Di Indonesia', *Media Litbangkes*, 23.3 (2013), 122–29.

⁷ Triesha Retno Astari, Agung Pramana, and Mukh Syaifudin, 'Efek Paparan Sinar-X Terhadap Frekuensi Mikronukleus Sel Limfosit Dan Pemanfaatannya Untuk Pengembangan Dosimeter Biologi', *Jurnal Biotropika*, 3.2 (2015).h.

nukleus utama.⁸ Mikronukleus terbentuk karena adanya kerusakan DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid*) pada saat pembelahan mitosis antara fase metafase dan anafase. Pada saat metafase, semua kromosom akan berbaris pada bidang ekuator yang kemudian masing-masing sentromer akan diikat oleh benang spindel dan akan ditarik ke bidang ekuator masing-masing.⁹ Kegagalan penarikan kromosom oleh benang spindel akan menghasilkan patahan kromosom yang tidak tertarik ke bidang ekuator¹⁰. Selanjutnya pada fase telofase, patahan atau fragmen tersebut akan diperlakukan sama seperti nukleus inti yaitu terjadi proses pembentukan membran inti dan terbentuk terpisah sempurna di luar nukleus.¹¹

Mikronukleus dapat berkembang dalam eritrosit, limfosit, dan sel epitel seperti pada mulut, hidung dan kandung kemih. Namun mikronukleus cepat berkembang pada jaringan-jaringan epitel mulut karena merupakan target utama dari substansi yang masuk ke dalam tubuh.¹² Mikronukleus sesungguhnya hanya dapat terbentuk pada stratum basalis saja, karena hanya pada stratum tersebut yang memiliki sel punca. Sel punca atau *stem cell* pada stratum basal mukosa mulut memiliki sifat aktif membelah dan memperbaharui jaringan superfialnya, sehingga terbentuknya mikronukleus pada stratum basalis akan menyebabkan

⁸Stefanus Satria Adi Dharma, 'Pengaruh Paparan Uap Bensin Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Penjual Bensin Eceran', *Jurnal Media Medika Muda*, 2012.h 43

⁹ Dewi.

¹⁰Stefanus Satria Adi Dharma, 'Pengaruh Paparan Uap Bensin Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Penjual Bensin Eceran', *Jurnal Media Medika Muda*, 2012.

¹¹ Hilda Ayu Setyawati, Nurdiana Dewi, and Ika Kustiyah Oktavianti, 'Analisis Sitogenik Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Orang Menginang Dan Tidak Menginang (Tinjauan Di Kecamatan Lokpaikat Kabupaten Tapin)', *Jurnal Kedokteran Gigi*, I.1 (2016).

¹² Nina Holland and others, 'The Micronucleus Assay In Human Buccal Cells As A Tool For Biomonitoring DNA Damage: The HUMN Project Perspective On Current Status And Knowledge Gaps', *Mutation Research*, 659.1–2 (2008) <<https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2008.03.007>>.

migrasi mikronukleus ke jaringan superfisial seperti stratum spinosum maupun stratum granulosum.¹³

Rongga mulut merupakan salah satu jalan bagi masuknya substansi-substansi asing ke dalam tubuh.¹⁴ Mukosa bukal mulut memiliki lapisan yang rentan terjadinya mutasi DNA, karena rongga mulut merupakan organ yang terhubung dengan rongga hidung sebagai jalur respirasi dan merupakan organ pertama yang menerima substansi asing dari luar dalam proses pencernaan. Masuknya substansi asing ke dalam rongga mulut akan menyebabkan pengendapan dan perubahan sel.¹⁵

Bandar Lampung adalah ibukota Provinsi Lampung, Tingginya jumlah penduduk di kota Bandar Lampung menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi, sehingga hal tersebut berbanding lurus dengan emisi kendaraan yang diemisikan ke udara bebas. Pasar Bawah Ramayana Tanjung Karang yang terletak di pusat kota Bandar Lampung merupakan salah satu tempat penyumbang polusi udara terbesar, karena tingginya aktivitas kendaraan pribadi maupun angkutan umum di tempat tersebut.

Data hasil analisis volume kendaraan di Pasar Bawah Ramayana sepanjang $\pm 0,2193$ km pada tahun 2015 sebanyak 766.844 mobil dan 130.944 motor.¹⁶ Tingginya emisi kendaraan di Pasar Bawah Ramayana tidak hanya

¹³ Dewi. h. 1

¹⁴ Tarasandi Dian Ramadhani, 'Pengaruh Paparan Aerosol Cat Semprot Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut Pada Pengguna Cat Semprot', *Jurnal Media Medika Muda*, 2013.h

¹⁵ Mahardika.h

¹⁶ Devianti Muziansyah, Rahayu Sulistyorini, and Syukur Sebayang, 'Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)', *JRSDD*, 3.1.

berdampak negatif terhadap penurunan kualitas udara, tetapi juga memberikan dampak bagi kesehatan orang-orang disekitarnya.

Kondisi Pasar Bawah Ramayana dapat dikatakan tidak baik bagi kesehatan. Selain tingginya emisi kendaraan bermotor, pasar ini juga cukup gelap dan pengap karena angin yang datang hanya berasal dari dua arah menuju toko PKL. Sehingga berada di dalam pasar terlalu lama dapat menyebabkan paparan substansi genotoksik dan dapat menimbulkan beberapa gejala penyakit. Pedagang Kaki Lima (PKL) merupakan orang-orang yang aktivitas sehari-harinya selalu berada di Pasar Bawah Ramayana, sehingga tidak menutup kemungkinan untuk selalu terpapar substansi genotoksik yang berasal dari emisi kendaraan.

Data survei lapangan menunjukan bahwa terdapat sekitar 200 toko aktif yang terdapat di Pasar bawah Ramayana dengan pemilik toko kurang lebih 52 pedagang berjenis kelamin laki-laki dan perempuan. Pedagang tersebut memiliki masa kerja sekitar 1 sampai 20 tahun dengan durasi kerja sekitar 8 jam. Buruknya kualitas udara pasar dan kebiasaan pedagang yang tidak menggunakan alat pelindung diri ketika bekerja menyebabkan beberapa pedagang mengalami gangguan kesehatan seperti batuk, flu, demam dan radang.

Substansi genotoksik yang berasal dari emisi kendaraan bermotor dapat menyebabkan pembentukan mikronukleus pada Pedagang Kaki Lima, meskipun hal tersebut tidak murni disebabkan oleh paparan emisi kendaraan bermotor saja. beberapa faktor yang menjadi penyebab pembentukan mikronukleus antara lain aktivitas merokok, alat keamanan yang digunakan saat bekerja, dan lama

paparan.¹⁷ Bahan kimia tersebut dapat masuk ketubuh manusia melalui *inhalasi*, *gastrointestinal*, dan *dermal*.¹⁸

Udara adalah komponen *abiotik* yang sangat diperlukan bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya, udara yang tercemar oleh substansi-substansi asing seperti emisi kendaraan bermotor, maka akan menyebabkan penurunan fungsi dan kualitas udara. Udara yang tercemar juga akan memberikan dampak buruk bagi manusia dan lingkungan, salah satu contohnya menyebabkan penyakit. Dampak tersebut adalah bentuk aktivitas perbuatan manusia yang buruk dan disebabkan oleh manusia itu sendiri. Hal ini sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surah Ar rum (30:41) yang berbunyi :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ

يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya :Telah tampak kerusakan di darat dan di laut karena di sebabkan perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).¹⁹

Hal ini juga sesuai dengan bagaimana perhatiannya islam terhadap seseorang, seperti Hadist Rasulullah SAW yang berbunyi :

*Jika saja tidak memberatkan umatku, niscaya aku wajibkan mereka menggosok gigi setiap hendak melakukan wudhu. (HR.Al-Baikhaqi, Malik, Assyafii dan Hakim).*²⁰

¹⁷ Astrid Karina Putri, 'Pengaruh Masa Kerja Terhadap Pembentukan Mikronukleus Pada Pedagang Kaki Lima Di Yogyakarta', *Jurnal Media Medika Muda*, 2013 <<http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>>.

¹⁸ Ayu Kusuma Dewi, *h. 1*

¹⁹ Departemen Agama RI, Al-Qur'an dan Terjemahannya, (Bandung:Diponogoro,2004).

Ayat dan hadist tersebut menjelaskan bahwa Allah telah memerintahkan hambanya untuk tidak melakukan kerusakan–kerusakan baik di darat maupun di laut. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor saat ini selaras dengan emisi kendaraan yang dikeluarkan, dimana emisi tersebut merupakan unsur pencemar udara yang paling utama. Lingkungan tercemar yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor akan berdampak buruk pada kesehatan manusia, salah satunya adalah menyebabkan terjadinya mutasi DNA sehingga membentuk mikronukleus yang merupakan *marker* penyakit kanker rongga mulut.

Hadist Rasulullah SAW di atas juga menjelaskan tentang anjuran menggosok gigi sebelum mengambil wudhu, hal ini bertujuan agar kotoran yang berasal dari makanan dan udara yang terdapat pada rongga mulut bersih, begitu juga dengan bakteri dan substansi asing lainnya. Hal ini tentu berkaitan dengan kebersihan mulut, mulut yang bersih juga akan mengurangi resiko terjadinya kerusakan DNA sehingga bisa menurunkan frekuensi pembentukan mikronukleus penyebab kanker rongga mulut.

D. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Jumlah kendaraan di Provinsi Lampung selalu meningkat pertahunnya.
2. Peningkatan jumlah kendaraan berbanding lurus dengan emisi yang dikeluarkan.

²⁰ [https://tafsirq.com/HR-Al-Baikhaqi/Malik/ Assyafii/dan/Hakim](https://tafsirq.com/HR-Al-Baikhaqi/Malik/Assyafii/dan/Hakim).

3. Pedagang kaki lima di pasar bawah Ramayana Bandar Lampung adalah orang yang selalu terpapar emisi kendaraan bermotor.
4. Paparan emisi kendaraan bermotor yang terjadi secara terus menerus dalam waktu yang lama dapat menyebabkan pembentukan mikronukleus.
5. Mikronukleus merupakan *marker* penyakit degeneratif.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Pasar Bawah Ramayana Bandar Lampung.
2. Sampel yang digunakan adalah mukosa mulut pedagang kaki lima di Pasar Bawah Ramayana Bandar Lampung.

F. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yaitu apakah paparan emisi gas buang kendaraan bermotor dapat mempengaruhi frekuensi pembentukan mikronukleus mukosa mulut serta berhubungan dengan lama waktu bekerja pedagang kaki lima ?

G. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui paparan emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap frekuensi pembentukan mikronukleus mukosa mulut berdasarkan lama waktu bekerja pedagang kaki lima di pasar bawah Ramayana Bandar Lampung.

H. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Bagi masyarakat umum: sebagai sumber informasi kepada masyarakat mengenai dampak buruk paparan emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap kesehatan.
2. Bagi staf medis: sebagai sumber informasi sehingga dapat dilakukannya deteksi dini mutasi gen dengan melakukan pemeriksaan mikronukleus.
3. Bagi peneliti lain: sebagai referensi ilmu pengetahuan yang baru sehingga mampu dikembangkan lagi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Udara

Udara merupakan kumpulan beberapa gas yang ada di bumi. Udara juga merupakan komponen abiotik yang memiliki peran sangat penting bagi makhluk hidup baik manusia, hewan maupun tumbuhan. Udara memiliki sifat yang tidak tampak oleh mata, tidak memiliki bau yang khusus dan tidak berwarna. Udara juga merupakan sumber daya alam karena dapat memberikan manfaat bagi makhluk hidup.¹

Komposisi normal udara kering dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini, dimana udara kering merupakan udara bersih yang seluruh uap airnya telah dihilangkan. Udara kering bumi mengandung 78% nitrogen yang dapat digunakan oleh tanaman, 21% oksigen yang digunakan dalam proses respirasi manusia dan hewan serta 1% uap air.² Konsentrasi gas yang terdapat di dalam udara dinyatakan dalam persen dan ppm. Selain gas-gas yang tersebut, di dalam udara masih banyak kandungan gas lainnya, tetapi mungkin saja dengan konsentrasi yang lebih kecil.

¹Astrid Karina Putri, 'Pengaruh Masa Kerja Terhadap Pembentukan Mikronukleus Pada Pedagang Kaki Lima Di Yogyakarta', *Jurnal Media Medika Muda*, 2013 <<http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>>.h.2

²Dewi Yuliani Astuti, *Pengetahuan Tentang Udara* (Bandung: Yuliana, astuti Dewi, Pengetahuan tentang udara (Bandung : PT Sarana Pancakarya Nusa, 2018), h. 8.

Tabel 2.1
Komposisi Udara Kering dan Bersih³

| Komponen | Formula | % Volume | ppm |
|----------------|-----------------|----------|---------|
| Nitrogen | N ₂ | 78,08 | 780.800 |
| Oksigen | O ₂ | 20,95 | 209.500 |
| Argon | Ar | 0,934 | 9.340 |
| Karbondioksida | CO ₂ | 0,0314 | 314 |
| Neon | Ne | 0,00182 | 18 |
| Helium | He | 0,000524 | 5 |
| Metana | CH ₄ | 0,0002 | 2 |
| Kripton | Kr | 0,000114 | 1 |

2. Pencemaran Udara

Mengingat betapa pentingnya fungsi udara bagi seluruh makhluk hidup, maka udara perlu dijaga agar dapat dimanfaatkan dan mampu berfungsi dengan baik bagi keberlangsungan makhluk hidup. Dewasa ini, seiring dengan majunya sebuah teknologi, menyebabkan udara disekitar kita tidak bersih, selalu terdapat bahan pencemar di dalamnya. Hal tersebut dapat terjadi karena tingginya aktivitas hidup manusia sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran udara. Udara dikatakan memiliki kualitas yang buruk apabila di dalam udara tersebut terkandung bahan-bahan pencemar yang mampu merusak komposisi udara serta dapat membahayakan manusia, hewan, tumbuhan serta alat benda di sekitar.⁴

Sedangkan menurut peraturan pemerintah RI No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran lingkungan, masuknya zat atau

³ Dewi Yuliani Astuti, *Pengetahuan Tentang Udara* (Bandung: PT. Sarana Pancakarya Nusa, 2018).h.98

⁴ Astuti, *Pengetahuan Tentang Udara., Op. Cit* 23

komponen lain kedalam udara yang berasal dari sumber alami atau karena akibat aktivitas manusia sehingga melebihi baku mutu udara yang ada dan dapat menyebabkan kerugian atau bahkan dapat menurunkan manfaatnya disebut dengan pencemaran udara.⁵

Berdasarkan peraturan tersebut, maka terdapat beberapa ketentuan yang dibuat oleh pemerintah yang berhubungan dengan bahan pencemaran udara, seperti ditetapkannya baku mutu udara ambien adalah ukuran batas tertinggi suatu senyawa kimia berada di udara dan tidak menimbulkan gangguan atau kerusakan bagi makhluk hidup dan benda di sekitar. Sedangkan baku mutu udara emisi adalah ukuran batas tertinggi bagi suatu bahan pencemar yang diemisikan /atau dikeluarkan dari sumber pencemar ke udara, sehingga tidak akan mencapai nilai baku mutu udara ambien.⁶ Baku mutu udara ambien setiap negara itu sendiri berbeda-beda, di Indonesia nilai baku mutu udara ambien adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2

Baku Mutu Udara Ambien Nasional⁷

| No | Parameter | Waktu Pengukuran | Baku Mutu | Peralatan |
|----|-----------------------------------|----------------------------|---|------------------|
| 1 | So ₂ (Sulfur Dioksida) | 1 jam 24 jam 1 Tahun | 900 ug/Nm ³ 365 ug/Nm ³ 60 ug/Nm ³ | Spektrofotometer |
| 2 | CO (Karbon Monoksida) | 1 jam 24 jam 1 Tahun | 30.000 ug/Nm ³ 10.000 | NDIR Analyzer |

⁵ Peraturan pemerintah RI N. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara.

⁶ Rukaesih Achmad, 'Kimia Lingkungan' (Jakarta: C.V Andi OFFSET, 2004).h.120

⁷ Peraturan pemerintah RI no. 41 tahun 1999

| | | | | |
|----|---|-----------------------------|--|-----------------------------------|
| | | | ug/Nm ³ - | |
| 3 | NO ₂ (Nitrogen Dioksida) | 1 jam 24 jam 1 Tahun | 400 ug/Nm ³ 150 ug/Nm ³ 100 ug/Nm ³ | Spektrofotometer |
| 4 | O ₂ (Oksidan) | 1 jam 1 tahun | 235 ug/Nm ³ 50 ug/Nm ³ | Spektrofotometer |
| 5 | HC (Hidrokarbon) | 3 jam | 160 ug/Nm ³ | Gas |
| 6 | PM10 (Partikel > 10 um) PM 2,5 (*) (Partikel < 2,5 um) | 24 jam 24 jam 1 Tahun | | Hi- Vol |
| 7 | TSP (Debu) | 24 jam 1 tahun | 230 ug/Nm ³ 90 ug/Nm ³ | Hi - Vol |
| 8 | Pb (Timah Hitam) | 24 jam 1 tahun | 2 ug/Nm ³ 1 ug/Nm ³ | Hi – Vol |
| 9 | Dustfall (Debu Jatuh) | 30 hari | | Canister |
| 10 | Tol Fluorides (as F) | 24 jam 90 hari | 3 ug/Nm ³ 0,5 ug/Nm ³ | Impinger atau Continous Analyzer |
| 11 | Fluor Index | 30 hari | 40 ug/100 cm ³ | Limed filter papper |
| 12 | Klorin dan Klorin Dioksida | 24 jam | 150 ug/Nm ³ | mpinger atau Countinuous Analyzer |
| 13 | Sulfat Indeks | 30 hari | 1 mg So ₃ /100 cm ³ | Lead |

Berdasarkan jumlah total emisi, baku mutu standar emisi gas buang yang digunakan di Indonesia saat ini adalah Indeks Standar Pencemaran Udara Indonesia (ISPU) yang sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP 45/MENLH/ 1997 tentang ISPU. ISPU adalah suatu angka tanpa satuan yang menggambarkan suatu keadaan emisi pada lingkungan dan waktu tertentu, yang memiliki dampak bagi

kesehatan makhluk hidup dan nilai estetika. Rentang ISPU dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3
Rentang Indeks Standar Pencemaran Udara⁸

| Kategori | Rentang |
|--------------------|-----------|
| Baik | 0 - 50 |
| Sedang | 50 – 100 |
| Tidak Sehat | 101 – 199 |
| Sangat Tidak Sehat | 200 – 299 |
| Berbahaya | 300-lebih |

3. Jenis – jenis Pencemaran Udara

Biogenik merupakan pencemaran udara yang terjadi secara alami, contohnya adalah debu yang tertiuap angin, abu-abu vulkanik yang berasal dari letusan gunung, proses pembusukan bahan organik dan lainnya. Sedangkan antropogenik adalah pencemaran yang berasal dari aktivitas manusia, contohnya hasil pembakaran bahan fosil, pembakaran proses industri, penggunaan zat-zat kimia yang dikeluarkan bebas ke udara.⁹

Bahan pencemar udara yang berterbangan bebas diudara dapat dibedakan menjadi dua jenis menurut asal nya, yaitu :

⁸ Menteri Negara Lingkungan Hidup, 'Indeks Standar Pencemaran Udara', 1997. H. 1

⁹ R Zakaria, Nurdin , Azizah, 'Analisis Pencemaran Udara (SO₂), Keluhan Iritasi Tenggorokan Dan Keluhan Kesehatan Iritasi Mata Pada Pedagang Makanan disekitar Terminal Joyoboyo Surabaya', *The Indonesian Journal Of Occupational Safety And Health*, 2.1 (2013).

- a. Pencemaran primer merupakan bahan pencemar yang komposisinya sama dengan ketika dipancarkan, maksudnya adalah bahan tercemar tersebut tidak mengalami perubahan unsur dan tidak memerlukan katalisator. Contoh bahan pencemar primer adalah CO, CO₂, nitrogen oksida, hidrokarbon, SO, dan partikel lainnya.
- b. Pencemaran Sekunder merupakan bahan pencemar yang telah mengalami perubahan unsur maupun strukturnya. Dimana bahan pencemar ini kadang kala terjadi setelah adanya reaksi antara bahan pencemar yang satu dengan bahan pencemar yang lainnya sehingga menghasilkan bahan pencemar baru yang lebih berbahaya dari kelompok bahan pencemar primer. Bahan pencemar yang termasuk ke dalam kelompok ini dapat terbentuk dari reaksi otomatis atau dengan bantuan katalisator. Contoh kelompok bahan pencemar ini adalah ozon, formaldehida, dan *Peroxy Acyl Nitrate* (PAN), *Polisiklik Aromatic Hydrocarbon* (PAH).¹⁰

4. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

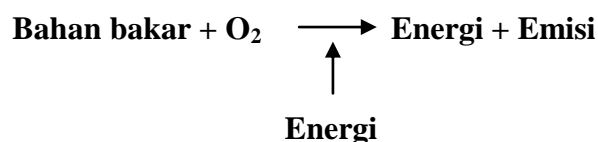
Emisi gas buang adalah zat sisa yang diemisikan (dikeluarkan) setelah terjadi proses pembakaran oleh mesin. Zat sisa emisi berasal dari bahan bakar yang digunakan mesin yang kemudian akan menghasilkan zat sisa berbahaya yang dikeluarkan ke dalam udara bebas. Emisi gas buang dapat didefinisikan sebagai berikut, gas buang yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar. Di udara terdiri dari banyak komponen gas yang sebagian besar merupakan polusi bagi lingkungan hidup. diketahui

¹⁰ Yuliana astuti Dewi, *Loc. Cit* h.23

bahwa udara di sekitar kita mengandung kurang lebih 21% Oksigen dan 79% terdiri dari sebagian besar Nitrogen dan sisanya gas-gas lain dalam jumlah yang sangat kecil, sedangkan bahan bakar pada umumnya terbentuk ikatan karbon (C_xH_y) yang mengandung unsur lain yang terikat di dalamnya.¹¹

Sumber emisi adalah aktivitas yang dapat menghasilkan emisi baik berasal dari sumber emisi yang bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak maupun sumber tidak bergerak spesifik. Dari sekian banyak zat pencemar yang terdapat di udara, sumber pencemar utama yang menyumbangkan bahan pencemar paling besar dari pada pabrik industri adalah sektor transportasi, yaitu kendaraan bermotor.¹²

Proses pembakaran kendaraan bermotor dimulai dari karburator, selanjutnya udara dari saringan akan dicampur dengan bensin.¹³ Ketika bercampur, keduanya akan menimbulkan reaksi sebagai berikut :



Reaksi di atas akan menghasilkan zat karbon dioksida dan air yang kemudian akan digunakan untuk memutar mesin. Sehingga hasil akhir pembakaran tersebut akan disertai dengan senyawa pencemar yang

¹¹ Ellyani (2011 : 438) dalam : Siswantoro. *Analisis campuran pertamax plus 95 dalam premium 88 terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada motor honda*. (Jurnal jurusan teknik mesin fakultas teknik Universitas Negeri Semarang, 2013). H. 12

¹² Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, no. 41 tahun 1999, Pengendalian Pencemaran Udara.

¹³ Suyatno (2011) : dalam Wardoyo Ariyanto Yudi Ponco “Emisi partikulat kendaraan bermotor dan dampak kesehatan”. (Malang : Universitas Brawijaya (UB Press, 2016). h. 91

muncul akibat dari kurangnya udara pada saat pembakaran berlangsung.¹⁴ Peristiwa pembakaran di atas juga terkait dengan perbedaan tipe pembakaran. Oleh karena itu, tipe pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor di bagi menjadi dua tipe, yakni pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna¹⁵ Disisi lain, pembakaran sempurna jarang terjadi dikarenakan beberapa faktor seperti faktor bahan bakar, kompresi, waktu pembakaran dan katup. Sedangkan pembakaran tidak sempurna dapat terjadi karena adanya kekurangan atau kelebihan komponen bahan seperti oksigen dan hidrogen. Hal tersebut dapat terjadi karena :

1. Waktu pembakaran terjadi secara cepat dan singkat
2. Terjadi overlap pada katup
3. Terdapat beberapa campuran pada oksigen yang masuk
4. Tercemarnya bahan bakar yang masuk
5. Kompresi terjadi secara tidak sempurna.¹⁶

5. Zat Pencemar Udara dan Dampaknya Bagi Kesehatan

Sedikitnya terdapat 5 bahan pencemar yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor, yaitu Hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) dan timbal (Pb).¹⁷

¹⁴ Huda dkk (2015) : dalam Wardoyo Ariyanto Yudi Ponco “Emisi partikulat kendaraan bermotor dan dampak kesehatan”. (Malang : Universitas Brawijaya (UB Press, 2016). h. 92

¹⁵ Irwan (2014) : dalam Wardoyo Ariyanto Yudi Ponco “Emisi partikulat kendaraan bermotor dan dampak kesehatan”. (Malang : Universitas Brawijaya (UB Press, 2016). h. 92

¹⁶ Wardoyo ariyanto,.

¹⁷ Ayu Kusuma Dewi, ‘Pengaruh Paparan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Asap Rokok Terhadap Pembentukan Mikronukleus Mukosa Rongga Mulut Petugas Parkir’, *Jurnal Media Medika Muda*, 2013.

Namun selain senyawa tersebut, efek emisi gas buang kendaraan bermotor di atmosfer juga mampu membentuk senyawa baru yang disebut dengan PAH (*Polisiklik Aromatic Hydrocarbon*).

a. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) merupakan suatu gas yang tidak berwarna, berbau dan memiliki rasa. Konsentrasi tertentu mampu menyebabkan menurunnya fungsi sistem saraf pusat, koma, mengantuk, gangguan jantung dan paru-paru, hal tersebut tertuang dalam tabel berikut ini.¹⁸

Tabel 2.4¹⁹

Pengaruh Kenaikan Konsentrasi CO Dalam Darah

| Konsentrasi CO, ppm | Persen Konversi O ₂ Hb → COHb | Pengaruh Kesehatan Manusia |
|---------------------|--|------------------------------|
| 10 | 2 | Gangguan perasa, penglihatan |
| 100 | 15 | Sakit kepala, pusing, lelah |
| 250 | 32 | Kehilangan kesadaran |
| 750 | 60 | Setelah beberapa jam mati |
| 1000 | 66 | Kematian |

Sumber : Crosby, 1998

b. Nitrogen Oksida (NO)

Nitrogen terbelah menjadi 3 bentuk yaitu Nitrogen Monoksida (N₂O), Nitrogen Oksida (NO) dan Nitrogen Dioksida (NO₂).²⁰ Nitrogen oksida (NO) merupakan suatu gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Sedangkan nitrogen dioksida (NO₂) merupakan gas yang berwarna merah kecoklatan dan berbau sangat tajam. Diantara ketiga gas nitrogen tersebut,

¹⁸ Achmad. *Op. Cit. h.*

¹⁹ Crosby, 1998 dalam Rukaesih ahmad, *Kimia Lingkungan*, (Yogyakarta : C.V Andi Offset, 2004), h.123

²⁰ Rukaesih, Ahmad,. H. 132

gas yang paling dijumpai sebagai polutan udara adalah gabungan dari nitrogen oksida dan nitrogen dioksida yang kemudian akan membentuk NO_x . Seluruh NO_x yang berterbangan bebas di atmosfer dapat berasal dari sumber alami seperti bakteri, namun hal tersebut tidak terlalu membahayakan karena tersebar merata. Sumber lainnya yaitu aktivitas manusia terutama dari hasil pembakaran, seperti pembakaran arang, gas, bensin dan minyak bumi. NO_x dapat bersifat toksik apabila terhirup oleh manusia sehingga menyebabkan gangguan pernapasan seperti batuk, asma, serta menurunnya fisibilitas tubuh.

c. Sulfur Dioksida (SO_2)

Gas sulfur dioksida merupakan gas yang tidak berasal dari pembakaran fosil, seperti minyak bumi dan batu bara.²¹ memiliki bau pada konsentrasi tingkat rendah, dan akan memiliki bau yang tajam jika terdapat dalam konsentrasi yang tinggi. Sulfur dioksida di udara bebas banyak ditemukan dalam awan dan air. Senyawa tersebut mengalami konversi menjadi asam sulfur dan aerosol sulfat di atmosfer. Bila aerosol asam tersebut memasuki sistem pernapasan dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan paru-paru.²²

d. Hidrokarbon (HC)

Senyawa hidro karbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin, HC dapat bersal dari pembakaran bahan bakar yang tidak terbakar sehingga menyebabkan bahan tersebut ikut terbang bersamaan dengan

²¹ Dewi yuliana astuti, *Op. Cit.*,

²² Dewi.,

gas lainnya. Senyawa hidro karbon (HC) yang berasal dari emisi kendaraan bermotor, dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta hidro karbon yang terpecah menjadi gugus lain, seperti metan. Senyawa HC dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia, dampak tersebut seperti menyebabkan mata pedih, sakit tenggorokan, penyakit paru-paru bahkan kanker.²³

e. Timbal (Pb)

Timbal (*Plumbum*) dapat ditemukan di dalam bahan bakar kendaraan bermotor, penambahan timbal pada bensin bertujuan untuk meningkatkan nilai oktan bensin dan membentuk bantalan klep pada mesin kendaraan sehingga mesin menjadi lebih awet. Pb dapat ditemukan dalam dua bentuk yaitu inorganik dan organik, dalam bentuk inorganik timbal biasa digunakan dalam bidang industri mainan anak-anak, gelas, plastik dan lain-lain. Sedangkan dalam bentuk organik pb biasa digunakan dalam industri persenyawaan, seperti pengolahan bahan bakar bensin (BBM).

TML (*Tetra Methil Lead*) dan TEL (*Tetra Ethyl Lead*) adalah jenis pb yang ditambahkan didalam bensin untuk menaikkan nilai oktan dan mengurangi terjadinya letupan. Penambahan pb dalam bensin memiliki sensitivitas yang tinggi dalam hal peningkatan nilai oktan bensin, setiap 0,1 gram timbal perliter bensin mampu meningkatkan nilai oktan 1,5

²³ Siswantoro Lagiyono. Hal. 77

sampai 2 satuan.²⁴ Menurut *Environment Project Agency* (EPA), timbal dalam bensin sebanyak 75% dikeluarkan bersamaan dengan emisi gas lainnya sedangkan 25% tetap tertinggal di dalam mesin. Timbal dalam emisi kendaraan bermotor dapat mencemari lingkungan dengan mekanisme yaitu: sebanyak 10% akan mencemari lokasi dalam radius <100 m, 5% akan mencemari lokasi dalam radius 20 km dan 35% lainnya terbawa atmosfer, sehingga padatnya lalu lintas kendaraan bermotor akan menyebabkan peningkatan timbal diudara secara signifikan.²⁵

Timbal organik seperti TEL dapat terabsorpsi langsung dalam tubuh melalui kulit dan membran mukosa, selain itu juga dapat melalui saluran pernapasan dan pencemaran. Bahaya timbal lainnya yaitu, timbal mampu mengakibatkan kerusakan pada DNA dengan mekanisme efek tidak langsung dimana dalam proses genotoksik tersebut timbal memerlukan proses kimia atau enzimatis lainnya agar dapat bertindak sebagai senyawa perusak DNA.²⁶

f. Polisiklik Aromatic Hidrocarbon (PAH)

PAH adalah senyawa kontaminan organik yang terbentuk akibat adanya pembakaran tidak sempurna bahan bakar minyak dan batubara.

Namun PAH yang dimaksud disini adalah PAH yang berasal dari

²⁴ Yuanita Windusari and others, 'Deteksi Frekuensi Distribusi Timbal Dalam Darah Pekerja Pengisi Bahan Bakar: Studi Kasus SPBU Di Plaju, Sumatera Selatan', 18.1 (2019).

²⁵ Djoko Purwoko and Desi Enggar Prastiwi, 'Pengaruh Lokasi Dan Waktu Pengukuran Sumber Bergerak (Kendaraan) Dengan Kandungan Timbal (Pb) Pada Udara Underpass Di Simpang Lima Mandai Kota Makassar', *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademik Dan Masyarakat*, 17.Ii (2017).

²⁶ Pandega Gama Mahardika, 'Pengaruh Paparan Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut Pada Mekanik Bengkel Motor', *Jurnal Media Medika Muda*, 2012.

pembakaran bensin. Bensin adalah senyawa hidrokarbon alkana (C_nH_{2n+2}) yang tersusun dari pentana, heksana, oktana dan heptana. PAH terdiri dari berbagai macam jenis, *United State-Environment Protection Agency* (USEPA) mengkategorikan 16 jenis PAH yang berdamak buruk terhadap manusia, salah satunya adalah *Benzo (a) Pyrene*. *Benzo (a) Pyrene* adalah salah satu jenis PAH yang memiliki tingkat pengaruh terhadap kesehatan manusia paling tinggi, PAH jenis ini memiliki rumus kimia $C_{20}H_{12}$. PAH bersifat berbahaya bagi manusia karna dapat menyebabkan mutasi DNA dan kanker dengan cara berikatan secara tidak langsung dengan struktur DNA.²⁷

Sumber dan standar kesehatan emisi gas buang disajikan dalam tabel 5 berikut ini.

Tabel 2.5

Standar Kesehatan Emisi Gas Buang²⁸

| Pencemar | Keterangan |
|------------------------------------|--|
| Karbon monoksida (CO) | Standar kesehatan 10 mg/m ³ (9ppm) |
| Oksida Sulfur (SO _x) | Standar kesehatan 80 mg/m ³ (0,03ppm) |
| Partikulat matter (PM) | Standar kesehatan 50 ug/m ³ selama 1 tahun, 150 ug/m ³ |
| Oksida Nitrogen (NO _x) | Standar kesehatan 100 pg/m ³ (0,05 ppm) selama 1 jam. |
| Ozon (O ₃) | Standar kesehatan 235 ug/m ³ (0,12 ppm) selama 1 jam |

²⁷ Mahardika.

²⁸Saidah Deslida Ismiati, Marlita Devi, 'Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor', *Jurnal Management Transportasi Dan Logistik (JMTransLog)*, 1.3 (2014).

6. Mikronukleus

a. Definisi

Mikronukleus berasal dari kerusakan sel yang menjadi penyebab dasar pembentukannya. Hal ini terjadi bahwa kerusakan tersebut disebabkan oleh paparan lingkungan terhadap genotoksik, prosedur medis (misalnya radiasi dan bahan kimia), defisiensi mikronutrien (misalnya folat), faktor gaya hidup (konsumsi alkohol, rokok, obat-obatan dan stres.²⁹ Mayoritas studi yang melaporkan peningkatan signifikan mengenai mikronukleus tinggi terjadi pada kalangan perokok dan penggunaan zat-zat kimia berbahaya.³⁰

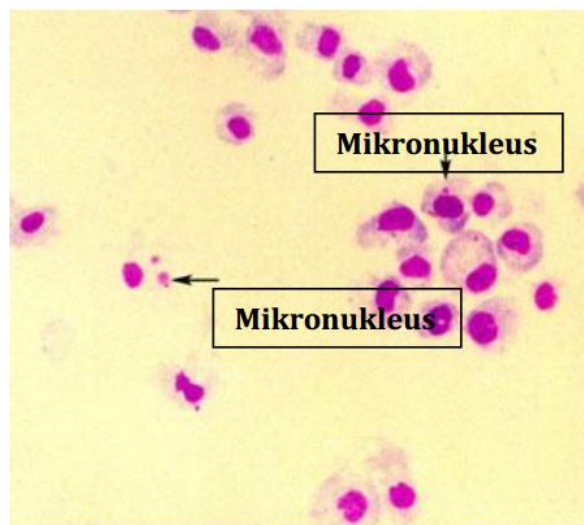
Beberapa sumber menyatakan bahwa mikronukleus memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Mikronukleus memiliki bentuk oval atau bulat dan terletak dekat dengan nukleus.³¹
2. Mikronukleus memiliki diameter yang lebih kecil daripada nukleus, dengan perbandingan ukuran 1:3.
3. Mikronukleus terletak di dalam sitoplasma tetapi diluar nukleus, dan memiliki warna terang yang sama dengan nukleus.³²

²⁹ Padala Sridhar Reddy Bina Kashyap, 'Micronuclei Assay Of Exfoliated Oral Buccal Cells : Means To Assess The Nuclear Abnormalities In Different Diseases', *Journal Of Cancer Research and Therapeutics*, 8.2 (2012) <<https://doi.org/10.4103/0973-1482.98968>>.

³⁰ Chavi Jindal Sangeeta Palaskar, 'Evaluation Of Micronuclei Using Papanicolaou And May Grunwald Giemsa Stain In Individuals With Different Tobacco Habits - A Comparative Study', *Journal Of Clinical And Diagnostic Research*, 1.4 (2010).

³¹ Renita Rahmad, Nurdiana Dewi, and Lea Rosida, 'Pengaruh Paparan Batubara Terhadap Jumlah Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Pekerja Tambang Batubara Di Kecamatan Murung Pudak Kabupaten Tabalong', *Jurnal Kedokteran Gigi*, 1.2 (2016).h.130



Gambar 2.1 Mikronukleus³³

b. Pembentukan Mikronukleus

Sel merupakan unit terkecil pada makhluk hidup, dimana sel merupakan dasar awal pembentukan suatu organisme. Terdapat dua jenis sel yaitu sel gamet dan sel somatik. Sel somatik mengalami pembelahan yang disebut dengan pembelahan mitosis.³⁴ Pembelahan mitosis merupakan tahapan siklus sel yang paling singkat, waktu yang diperlukan hanya 40-60 menit yang kemudian akan menghasilkan dua sel anakan yang memiliki copy genom yang sama.

Secara konvensional, pembelahan mitosis terbagi menjadi lima tahap, yaitu: profase, prometafase, metafase dan anafase.³⁵

³²Triesha Retno Astari, Agung Pramana, and Mukh Syaifudin, 'Efek Paparan Sinar-X Terhadap Frekuensi Mikronukleus Sel Limfosit Dan Pemanfaatannya Untuk Pengembangan Dosimeter Biologi', *Jurnal Biotropika*, 3.2 (2015).

³³Noryunita Rahmah, Nurdiana Dewi, and Suka Dwi Rahardja, 'Analisis Sitogenik Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Perokok Aktif Dan Pasif', *Jurnal Kedokteran Gigi*, 1.1 (2016).

³⁴Agus Hery Susanto, *Genetika* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011).h.143

³⁵Campbell, *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1* (Jakarta: Erlangga, 2008).h. 248

Terbentuknya kromosom yang berasal dari serat-serat kromatin merupakan penanda awal dimulainya tahap profase. Setiap kromosom terduplikasi terlihat sebagai dua kromatid saudara identik yang tersambung pada sentromernya. Selanjutnya gelendong mitotik mulai terbentuk . gelendong ini terdiri atas sentromer dan mikrotubulus yang menjulur dari sentromer. Kemudian masing-masing sentromer tampak terdorong oleh mikrotubulus yang memanjang menyebabkan sentromer bergerak saling menjauh.

Proses prometafase terjadi fragmentasi selaput nukleus, mikrotubulus kemudian menjulur dari sentrosom dan dapat memasuki wilayah nukleus dan masing-masing memiliki kinektor, yaitu struktur protein terspesialisasi yang terletak pada sentromer. Selanjutnya terjadi pelekatan mikrotubulus pada kinektor yang disebut dengan mikrotubulus kinektor.

Proses mitosis selanjutnya yaitu metafase, yang memakan waktu kurang lebih 20 menit. Pada proses ini sentrosom berada pada kutub-kutub yang bersebrangan, kromosom berjejer pada lempeng metafase yang berada di pertengahan antara kedua kutub gelendong dan setiap kromosom terjadi pelekatan oleh kromatid saudara pada mikrotubulus kinektor yang berasal dari kutub yang bersebrangan.

Tahapan mitosis yang paling pendek terjadi pada proses anafase, pada proses ini protein kohesin terbelah menyebabkan kedua kromatid saudara dari setiap pasangan kromosom memisah secara

tiba-tiba. Selanjutnya mikrotubulus kinektor memendek dan menyebabkan kedua kromosom anakan bergerak menuju sel berlawanan. Pada akhir anafase, kedua ujung sel memiliki sentrosom yang lengkap dan sama.

Proses telofase, akan menyebabkan munculnya selaput membran dari fragmen-fragmen tersebut. Nukleolus muncul kembali, kromosom kurang terkondensasi dan telah menghasilkan dua nukleus yang sama secara genetik.³⁶

Kerusakan atau kesalahan dalam proses pembelahan sel dapat saja terjadi, salah satu penyebabnya adalah paparan bahan pencemar yang bersifat genotoksik yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Paparan substansi akan menyebabkan kesalahan pembelahan pada fase anafase, fragmentasi kromosom yang tidak mengandung sentromer, maka fragmen tersebut tidak ikut tertarik ke kutub dan akan tetap tertinggal. Selanjutnya kromosom tertinggal tersebut tetap diberlakukan sama seperti kromosom sejati sehingga terbentuklah nukleus kedua yang mengalami kerusakan yang selanjutnya disebut sebagai mikronukleus. Oleh karena itu mikronukleus dapat terbentuk terpisah sempurna dengan nukleus sejati.³⁷

Organ manusia yang mudah terpapar substansi genotoksik salah satunya adalah rongga mulut. Selain karena rongga mulut

³⁶ Campbell, dkk, '*Biologi Edisi Delapan Jilid 1*' (Erlangga : Jakarta, 2008) h. 248-249

³⁷ Ayu Kusuma Dewi,.

merupakan jalur utama dari masuknya berbagai bahan genotoksik baik dari proses menelan maupun bernapas, organ ini juga memiliki mukosa pelindung. Fungsi dan struktur mukosa mulut bersifat peralihan / transisi antara mukosa traktus gastrointestinalis dan kulit. Organ ini dibasahi oleh cairan (*mucus*) dan tingkat regenerasi sel epitelnya juga cukup tinggi, sehingga rongga mulut merupakan organ yang mudah terpapar oleh substansi genotoksik.³⁸

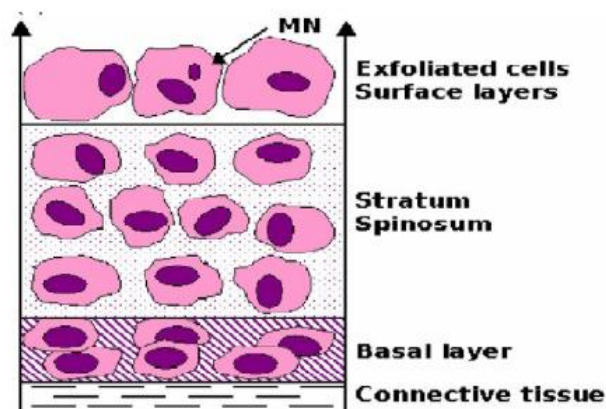
Mikronukleus hanya dapat terbentuk dalam stratum basalis saja karena dalam stratur tersebut terdapat induk sel yang aktif membelah. Mikronukleus akibat kerusakan sel dapat ditemukan dilapisan mukosa paling atas disebabkan karena terjadinya migrasi sel dari stratum basalis menuju ke lapisan superfisial untuk menggantikan sel yang mengalami degenerasi.³⁹

Aktivitas tersebut terjadi dalam waktu 7 sampai 10 hari sebagai tahapan proses regenerasi sel keratinosum yang selalu mengalami pembaharuan terus menerus. Mikronukleus juga memiliki sifat menetap yaitu tidak akan mengalami reduksi oleh metabolisme sel setelah terbentuk di stratum basalis.⁴⁰

³⁸Ria Puspitawati, 'Struktur Makroskopik Dan Mikroskopik Jaringan Lunak Mulut', *Jurnal Kedokteran Gigi*, 1.8 (2003).

³⁹ Tarasandi Dian Ramadhani, 'Pengaruh Paparan Aerosol Cat Semprot Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut Pada Pengguna Cat Semprot', *Jurnal Media Medika Muda*, 2013.

⁴⁰ Skripsi Ayu Kusuma Dewi, 'Pengaruh Paparan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Asap Rokok Terhadap Pembentukan Mikronukleus Mukosa Rongga Mulut Petugas Parkir', (Skripsi Program Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, UNPAD, 2013),



Gambar 2.2 Migrasi Mikronukleus

B. Tinjauan Pustaka

Pemeriksaan dini terhadap perubahan sel atau mutasi DNA di bukal rongga mulut lebih mudah, sederhana, dan efektif bila dibandingkan dengan pemeriksaan pada darah, sumsum tulang atau menggunakan sampel hewan seperti kelinci, mencit ataupun tikus. Uji mikronukleus merupakan indikator yang terbilang mudah dilakukan pemeriksaannya karena tidak membutuhkan bahan yang sulit juga peralatan yang canggih seperti PCR (*Polymerase Chain Reaction*) atau mikroskop elektron.⁴¹

Penelitian mengenai mikronukleus pernah dilakukan sebelumnya, antara lain penelitian oleh Renita Rahmad *et.al* yang mengkaji pengaruh paparan batu bara pada pekerjaanya, Renita Rahmad menyatakan bahwa paparan debu batu bara dapat meningkatkan pembentukan mikronukleus karena rata-rata jumlah mikronukleus pada pekerja tambang batu bara tersebut lebih tinggi dibandingkan pada bukan pekerja tambang batu bara.⁴² Penelitian lainnya dilakukan oleh

⁴¹ Pandega Gama Mahardika, *Op. Cit.*,

⁴² Renita Rahmad, Nurdiana Dewi, Lena Rosida, *Op cit, h.132*

Noryunita Rahmah *et.al* yang mengkaji mengenai analisis sitogenik mikronukleus mukosa bukal pada perokok aktif dan pasif.⁴³

Penelitian lain juga dilakukan oleh Astrid Karina Putri yang membahas tentang pengaruh masa kerja terhadap pembentukan mikronukleus pada pedagang kaki lima di Yogyakarta, dimana pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa masa kerja memiliki pengaruh besar terhadap pembentukan mikronukleus, dimana frekuensi pembentukan mikronukleus bertambah seiring bertambahnya masa kerja. Hal tersebut berkaitan dengan lama paparan yang diterima oleh Pedagang Kaki Lima ketika bekerja.⁴⁴ Berdasarkan latar belakang masalah maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terhadap hubungan lama waktu bekerja pedagang kaki lima dengan frekuensi pembentukan mikronukleus mukosa mulut.

C. Kerangka Berpikir

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya, termasuk kota-kota besar seperti Bandar Lampung. Peningkatan jumlah kendaraan tersebut selaras dengan emisi gas buang yang dikeluarkan sehingga berdampak pada peningkatan polusi udara. Emisi gas buang kendaraan tersebut berasal dari bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan. Emisi gas buang kendaraan bermotor mengandung zat pencemar udara yang berbahaya bagi makhluk hidup. Zat tersebut seperti belerang dioksida (SO₂), karbon dioksida (CO₂), karbon

⁴³Noryunita Rahmah, Nurdiana Dewi, Sukma dewi Rahardja, *Analisis sitogenik mikronukleus mukosa bukal pada perokok aktif dan pasif*, Jurnal Kedokteran Gigi. Vol 1. No 1. Maret 2016, h.15

⁴⁴ Putri, h. 9

monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), Hidrokarbon (HC), dan timbal (Pb). Zat pencemar diatas juga merupakan contoh dari substansi genotoksik. Substansi genotoksik merupakan substansi berbahaya yang mampu merusak susunan struktur DNA pada sel, dan apabila ditemukan dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu yang cukup lama maka akan menyebabkan penyakit kanker.

Bandar Lampung merupakan kota yang banyak berdiri bangunan-bangunan besar seperti pusat perbelanjaan yang mampu menarik perhatian masyarakat kota Bandar Lampung. Sehingga tidak menutup kemungkinan lahan parkir pusat perbelanjaan di Bandar Lampung merupakan sumber emisi gas buang dari kendaraan yang digunakan oleh pengunjung. Emisi gas buang yang bercampur dengan udara bebas apabila terhirup oleh sistem pernapasan akan memberikan dampak buruk. Dampak buruk tersebut terutama terjadi di rongga mulut, karena rongga mulut merupakan organ yang berada paling dekat dengan hidung dan merupakan tempat awal masuknya udara pada sistem pernapasan.

Mikronukleus merupakan nukleus kedua yang berbentuk bulat atau oval, dengan ukuran yang lebih kecil dari nukleus utama dan terdapat di sitoplasma. Mikronukleus terbentuk karena kerusakan struktur DNA sel yang di akibatkan oleh penumpukan substansi genotoksik yang berasal dari emisi gas buang kendaraan yang terhirup . Pedagang kaki lima di pasar bawah Ramayana adalah orang yang dalam aktivitas pekerjaanya selalu terpapar emisi kendaraan bermotor. Sehingga dapat dikatakan pedagang kaki lima adalah orang yang dapat terindikasi pembentukan mikronukleus mukosa mulut.

Penelitian mengenai pembentukan mikronukleus mukosa mulut akibat paparan emisi gas buang di Bandar Lampung belum pernah dilakukan. Sehingga hal ini menarik perhatian penulis untuk mempelajari lebih dalam mengenai pembentukan mikronukleus dan dampak yang ditimbulkan.

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah lama waktu bekerja berhubungan dengan frekuensi pembentukan mikronukleus mukosa mulut.

E. Hipotesis Statistika

Hipotesis penelitian ini adalah :

H_0 :Tidak terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara lama bekerja dengan frekuensi pembentukan mikronukleus mukosa mulut.

H_1 :Terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara lama bekerja dengan frekuensi pembentukan mikronukleus.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih, 'Kimia Lingkungan' (Jakarta: C.V Andi OFFSET, 2004)
- Agus Hery Susanto, *Genetika* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011)
- Astari, Triesha Retno, Agung Pramana, and Mukh Syaifudin, 'Efek Paparan Sinar-X Terhadap Frekuensi Mikronukleus Sel Limfosit Dan Pemanfaatannya Untuk Pengembangan Dosimeter Biologi', *Jurnal Biotropika*, 3 (2015)
- Astuti, Dewi Yuliani, *Pengetahuan Tentang Udara* (Bandung: Yuliana, astuti Dewi, Pengetahuan tentang udara (Bandung : PT Sarana Pancakarya Nusa, 2018), h. 8T. Sarana Pancakarya Nusa, 2018)
- , *Pengetahuan Tentang Udara* (Bandung: PT. Sarana Pancakarya Nusa, 2018)
- Bina Kashyap, Padala Sridhar Reddy, 'Micronuclei Assay Of Exfoliated Oral Buccal Cells : Means To Assess The Nuclear Abnormalities In Different Diseases', *Journal Of Cancer Research and Therapeutics*, 8 (2012) <<https://doi.org/10.4103/0973-1482.98968>>
- Campbell, *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1* (Jakarta: Erlangga, 2008)
- Dewi, Ayu Kusuma, 'Pengaruh Paparan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Asap Rokok Terhadap Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut Petugas Parkir', *Jurnal Media Medika Muda*, 2013
- Dharma, Stefanus Satria Adi, 'Pengaruh Paparan Uap Bensin Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Penjual Bensin Eceran', *Jurnal Media Medika Muda*, 2012
- Holland, Nina, Claudia Bolognesi, Micheline Kirsch-Volders, Stefano Bonassi, Errol Zeiger, Siegfried Knasmueller, and others, 'The Micronucleus Assay

In Human Bucal Cells As A Tool For Biomonitoring DNA Damage : The HUMN Project Perspective On Current Status And Knowledge Gaps', *Mutation Research*, 659 (2008)
<<https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2008.03.007>>

Ismiati , Marlita Devi, Saidah Deslida, 'Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor', *Jurnal Managemen Transportasi Dan Logistik (JMTransLog)*, 1 (2014)

Lusiyanti, Yanti, and Alatas Zubaidah, 'Uji Mikronuklei Dengan Pengeblokan Sitokenesis Pada Limfosit Dan Aplikasinya Sebagai Biodosimetri Radiasi', *PTKMR-BATAN,BAPATEN, KEMENKES-RI Dan Pusarpedal-KLSeminar Nasional Keselamatan Kesehatan Lingkungan VII*, 2011

Mahardika, Pandega Gama, 'Pengaruh Paparan Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut Pada Mekanik Bengkel Motor', *Jurnal Media Medika Muda*, 2012

Manik, *Pengelolaan Lingkungan Hidup* (Jakarta: Prenadamedia Group, 2016)

Menteri Negara Lingkungan Hidup, 'Index Standar Pencemaran Udara', 1997

Muziansyah, Devianti, Rahayu Sulistyorini, and Syukur Sebayang, 'Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)', *JRSDD*, 3

Purwoko, Djoko, and Desi Enggar Prastiwi, 'Pengaruh Lokasi Dan Waktu Pengukuran Sumber Bergerak (Kendaraan) Dengan Kandungan Timbal (Pb) Pada Udara Underpass Di Simpang Lima Mandai Kota Makassar', *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademik Dan Masyarakat*, 17 (2017)

Putri, Astrid Karina, 'Pengaruh Masa Kerja Terhadap Pembentukan Mikronukleus Pada Pedagang Kaki Lima Di Yogyakarta', *Jurnal Media*

Medika Muda, 2013 <<http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>>

Rahmad, Renita, Nurdiana Dewi, and Lea Rosida, 'Pengaruh Paparan Batubara Terhadap Jumlah Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Pekerja Tambang Batubara Di Kecamatan Murung Pudak Kabupaten Tabalong', *Jurnal Kedokteran Gigi*, I (2016)

Ramadhani, Tarasandi Dian, 'Pengaruh Paparan Aerosol Cat Semprot Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut Pada Pengguna Cat Semprot', *Jurnal Media Medika Muda*, 2013

Ria Puspitawati, 'Struktur Makroskopik Dan Mikroskopik Jaringan Lunak Mulut', *Jurnal Kedokteran Gigi*, 1 (2003)

Ristawati, Suci, 'Analisis Paparan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Asap Rokok Terhadap Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut Satuan Pengamanan (SATPAM) UIN Raden Intan Lampung', Lampung : UIN Raden Intan Lampung, *Skripsi*, 2019

Sangeeta Palaskar, Chavi Jindal, 'Evaluation Of Micronuclei Using Papanicolaou And May Grunwald Giemsa Stain In Individuals With Different Tobacco Habits - A Comparative Study', *Journal Of Clinical And Diagnostic Research*, 1 (2010)

Setyawati, Hilda Ayu, Nurdiana Dewi, and Ika Kustiyah Oktaviyanti, 'Analisis Sitogenik Mikronukleus Mukosa Bukal Pada Orang Menginang Dan Tidak Menginang (Tinjauan Di Kecamatan Lokpaikat Kabupaten Tapin)', *Jurnal Kedokteran Gigi*, I (2016)

Sirait, Anna Maria, 'Faktor Risiko Tumor/Kanker Rongga Mulut Dan Tenggorokan Di Indonesia', *Media Litbangkes*, 23 (2013), 122–29

Soekidjo, Notoadmojo, *Metode Penelitian Kesehatan* (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2014)

Statistik., Badan Pusat, 'Badan Pusat Statistik', *Badan Pusat Statistik*, 2006, p. 1

<<https://surabayakota.bps.go.id/statictable/2016/01/26/516/banyaknya-industri-besar-sedang-dan-tenaga-kerja-dirinci-menurut-golongan-industri-2005-2014.html>>

Sucahyo, Vidya Romadhon, 'Identifikasi Komposisi Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene (BTEX) Dalam Bahan Bakar Minyak (BBM) Dengan Head Space - Gas Chromatography - Mass Spectrophotometry (HS-GC-MS)', 2016

Syah, Muhammad Aditya Al Muchayat, Trisnawati Mundijo, and Mitayani Purwoko, 'Identifikasi Pembentukan Mikronukleus Akibat Toksisitas Uap Bensin Pada Pekerja Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Di Kota Palembang', *Jurnal Fakultas kedokteran Universitas Muhammadiyah Palembang*, 2019

Syahrani, Awal, 'Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi', *SMARTek*

Windusari, Yuanita, Intan Nurul Aini, Arum Setiawan, and Entin Nur Aetin, 'Deteksi Frekuensi Distribusi Timbal Dalam Darah Pekerja Pengisi Bahan Bakar: Studi Kasus SPBU Di Plaju, Sumatera Selatan', 18 (2019)

Zakaria, Nurdin, Azizah, R, 'Analisis Pencemaran Udara (SO₂), Keluhan Iritasi Tenggorokan Dan Keluhan Kesehatan Iritasi Mata Pada Pedagang Makanan Di Sekitar Terminal Joyoboyo Surabaya', *The Indonesian Journal Of Occupational Safety And Health*, 2 (2013)